УДК 576.312.1:598.112

Е. И. Домашевская

АВТОРАДИОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЛИФЕРАТИВНЫХ ПОТЕНЦИЙ КЛЕТОК ПЕРИОСТА У ПРЫТКОЙ ЯЩЕРИЦЫ

В специальной литературе имеются лишь общие сведения о развитии скелета длинных трубчатых костей у рептилий (Румянцев, 1958; Чернов, 1959; Богданов, 1965; Мусхелишвили, 1970; Cruce, 1971; Michael, 1972; Ruibal, Philibosian, 1972 и др.). При этом практически отсутствует информация о гистологической структуре периоста, пролиферативных потенциях его клеток, хотя он играет большую роль в аппозиционном росте кости. Чтобы более полно выяснить особенности роста и развития скелета у рептилий, адаптированных к определенным условиям обитания и являющихся пойкилотермными животными, представляется важным изучение не только структуры периоста, но и пролиферативных потенций его клеток. Наши исследования проведены на прыткой ящерице (*Lacerta agilis*). Использовали метод гисторадиоавтографии с введением подопытным половозрелым животным, в которых периост можно рассматривать уже как стабильную для данного вида структуру, предшественника ДНК — ^{3}H-тимидина (2 мкКи/г массы тела). Периост отбирали с подлежащим слоем компакты бедренной кости после введения изотопа через 1, 6, 24 и 48 ч. На гистоавтографах сделан подсчет индекса меченых ядер и интенсивности тимидиновой метки над ядрами клеток, а также определяли митотичекий индекс.

В постнатальный период развития периост длинных трубчатых костей прыткой ящерицы (в участках кости диафиз — метафиз) различен по толщине (количеству клеточных рядов) и функциональным проявлениям клеток.

В зоне диафиза трубчатой кости, где остеопластический процесс со стороны периоста уже выражен не так интенсивно, его структура представлена всего 2—3 рядами уплощенных клеток. Это, в основном, покоящиеся остеобласты. Кроме того, на отдельных участках здесь периост может быть представлен довольно вытянутыми веретеновидными фибробластами и «штрихообразными» клетками — фибробластоподобными, заключенными в фибриллярный матрикс (рис. 1, *1*).

В метафизарных зонах, в отличие от диафиза, периостальный прирост кости продолжается более длительное время как сопутствующий процесс роста кости в длину. Одновременное сочетание аппозиционных приростов по длине и толщине сопровождается соответствующим адаптивным ремоделированием кости в этих зонах (метафизов), вследствие чего толщина компакты здесь примерно в два раза меньше, чем в зоне диафиза. В каждом из этих слоев клетки располагаются в несколько этажей (рис. 1, *2*). Однако остеогенные клетки внутреннего слоя здесь более полиморфны, что свидетельствует о пребывании их на различных стадиях дифференцировки в остеобласты; митотический показатель для преостеобластов, фибробластоподобных клеток составляет соответственно: 0,02—0,03 %.

Спустя час после введения ^{3}H-тимидина над периостом регистрируются отдельные меченые клетки (рис. 2, *1*). Меченые остеобласты в зоне диафиза кости, как правило, отсутствуют, а в зоне метафизов иногда среди остеобластов встречаются меченые (таблица). В это же время (через час после введения изотопа) клетки костного мозга оказываются помеченными в высокой степени. Довольно интенсивную метку в зоне метафиза можно регистрировать также над ядрами отдельных

хондроцитов (недалеко расположенных от периоста) 50—60 зерен, а иногда 90—110 зерен, что свидетельствует о том, что не все хондроциты разрушаются на этом участке, возможно, некоторые из них способны ассимилировать ^{3}H-тимидин в связи с продолжающейся в них редупликацией ДНК.

После 24-часовой экспозиции в этом же опыте в периосте можно видеть ядра с различной интенсивностью ^{3}H-тимидиновых включений. Над большинством ядер клеток периоста зоны метафиза кости и над

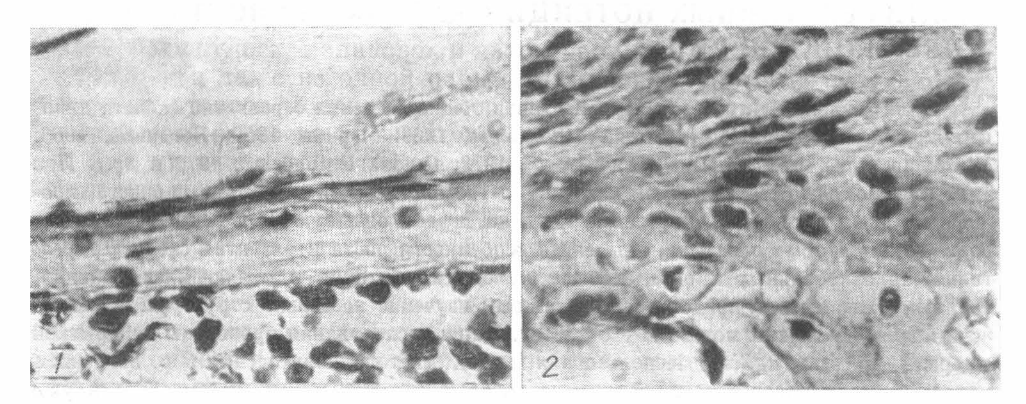


Рис. 1. Периост бедренной кости прыткой ящерицы. (Об. 40, ок. 7. Окраска гематоксилин-тионин-эозин):
1 — зона диафиза; *2* — зона метафиза.

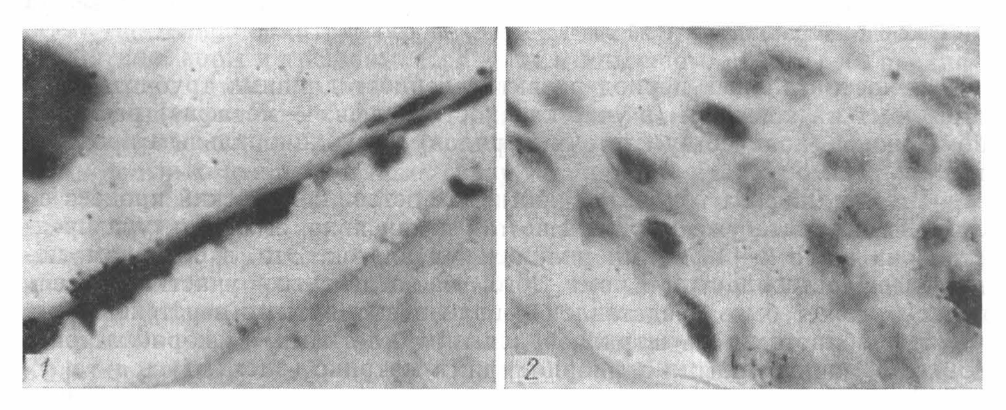


Рис. 2. Гистоавтограф периоста бедренной кости прыткой ящерицы после введения ^{3}H-тимидина. (Об. 90, ок. 7. Окраска гематоксилин Майера-эозин):
1 — зона диафиза через 1 ч после введения; *2* — зона метафиза через 24 ч после введения.

ядрами наружного слоя зоны диафиза метка в два раза меньше (таблица). Из этого явствует, что в течение 24 ч большинство клеток успели поделиться (рис. 2, *2*). А тот факт, что над другими клетками сохранилась интенсивная метка объясняется, возможно, задержкой их в премитотической фазе цикла (q_2), а может быть, даже выходом клеток в этой фазе из митотического цикла и переходом в полиплоидное состояние. Такие явления регистрируются как среди преостеобластов, так и среди фибробластоподобных клеток. При этой временной экспозиции (24 ч) регистрируются метки над отдельными остеобластами зоны диафиза кости (таблица). Так как при одночасовой экспозиции не отмечалось мечение остеобластов в этой зоне, то регистрация меченых остеобластов к 24 ч происходит не в результате их деления, а за счет поступления в их популяцию ранее помеченных предшественников.

Включение ^{3}H-тимидина в ядра клеток периоста длинных трубчатых костей ящерицы

Пролиферативные показатели	Время экспозиции, ч	Зона диафиза		Зона метафиза	
		внутренний слой	наружный слой	внутренний слой	наружный слой
Индекс мечения	1	—	0,1	0,1	0,2
	24	0,1	0,1	0,2	0,3
	48	0,1	0,1	0,1	0,1
Интенсивность мечения	1	—	29,3±0,2	45,7±0,9	34,6±0,2
	24	13,1±0,6	16,2±0,7	22,8±1,0	16,5±0,4
	48	15,5±0,5	17,0±0,8	18,0±0,9	12,5±0,6
Митотический индекс		—	0,01	0,02	0,03

При трансформации остеобластов в остеоциты в процессе периостального остеогенеза мечение ^{3}H-тимидином ядра наблюдались в отдельных остеоцитах. Через 6 ч меченые остеоциты регистрировались в краевой зоне кости, а спустя 48 ч — остеоциты уже полностью заключены в основное вещество. В это время среди преостеобластов периоста (к 24 ч после введения изотопа) наблюдается увеличение ($P<0{,}05$) индекса меченых ядер в два раза при достоверном разведении метки тоже в два раза, свидетельствующем о происшедшем к этому времени делении меченых преостеобластов и, возможно, их частичном превращении в остеобласты.

Индекс мечения фибробластоподобных клеток периоста увеличился к 24 ч опыта от 0,2 % до 0,3 % при разбавлении метки изотопа в два раза (таблица), что также явствует об их делении в процессе самовосполнения клеток наружного слоя периоста. Тот факт, что над единичными клетками сохранилась интенсивная метка объясняется, возможно, задержкой их в одной из фаз митотического цикла, а может быть, даже выходом клеток из него и переходом в полиплоидное состояние. Такие явления регистрируются как среди преостеобластов, так и среди фибробластоподобных клеток.

В последующие сутки на радиоавтографах периоста можно видеть, что не все клетки, содержащие метку над ядром, разделились. К 48 ч около 0,2 % клеток сохраняют прежнюю метку (мало измененную по интенсивности) среди клеток периоста зоны диафиза кости, а в зоне метафизов регистрируется снижение интенсивности тимидиновой метки над ядрами некоторых клеток, и параллельно с этим произошло частичное снижение индекса меченых ядер (таблица), что, возможно, является следствием выхода из митотического цикла части клеток периоста после однократного их деления.

В специальной литературе мы не встречали данных о пролиферативных свойствах клеток периоста у пресмыкающихся. Для млекопитающих имеются такие сведения, полученные методом авторадиографии с меченым предшественником ДНК — ^{3}H-тимидином (Owen, 1963; Родионова, 1975). В этих работах сообщается о низкой пролиферативной активности клеток наружного слоя периоста у белой крысы.

Наши результаты согласуются с предположением других авторов (Левикова, 1950; Prichard, 1952), допускающих возможное участие клеток наружного слоя периоста в пополнении его остеогенных клеток.

Кроме того, исследования показали, что дифференцированные функционально активные остеобласты отличаются низкой пролиферативной активностью, что совпадает с данными других авторов (Kember, 1960; Young, 1962; Owen, 1963; Родионова, 1975). Из этого явствует, что и у пресмыкающихся значение саморепродукции остеобластов в пополнении их популяции невелико. В качестве непосредственных предшественников остеобластов в остеогенезе принято рассматривать преостеобла-

сты (Pritchard, 1952; Young, 1962; Домашевская, 1982; Chong, Evans, Heeley, 1982). Однако на основании имеющихся в литературе сведений о преостеобластах нельзя однозначно сказать, являются ли преостеобласты детерминированным камбием остеогенного слоя или они представляют собой только промежуточную стадию дифференцирующихся остеобластов.

Полученные нами сведения о пролиферативных свойствах клеток периоста бедренной кости ящерицы в постнатальный период ее развития в какой-то мере дополняют имеющиеся в специальной литературе данные о пролиферации и свойствах клеток периоста у других позвоночных.

Как и у млекопитающих, в зоне активного роста кости (метафизы) клетки периоста у рептилий отличаются более высокой репродуктивной активностью по сравнению с зоной диафиза. Более значимая пролиферация фибробластоподобных клеток и преостеобластов в периосте отражает участие их в поддержании собственных популяций и пополнении числа остеобластов, участвующих в остеопластическом процессе.

Богданов О. П. Экология пресмыкающихся Средней Азии.— Ташкент: ФАН, 1965.— 260 с.

Домашевская Е. И. Характеристика свойств клеток периоста по данным авторадиографии и цитофотометрии. Структурные и функциональные производные мезенхимы при нормальном развитии и в условиях действия неблагоприятных факторов.— Киев : Наук. думка, 1982.— Ч. 1.— С. 76—77.

Левикова В. П. Наблюдения над экспериментальным остеогенезом у кролика // Докл. АН СССР, 1950.— **71**, № 1.— С. 149—152.

Мусхелишвили Т. А. Пресмыкающиеся Восточной Грузии. — Тбилиси : Мецниереба, 1970.— 247 с.

Родионова Н. В. Пролиферативные свойства клеток наружного слоя периоста в раннем постнатальном онтогенезе.— Киев : Наук. думка, 1975.— 174 с.

Румянцев А. В. Опыт исследования эволюции хрящевой и костной тканей.— М. : Медицина, 1958.— 375 с.

Чернов С. А. Пресмыкающиеся.— Душанбе : Изд-во АН ТаджССР, 1959. — 259 с. — (Фауна Таджикской ССР; Т. 13).

Chong D. A., Evans C. A., Heeley J. D. Morphology and maturation of the periosteum of the rat mandible // Arch. Oral Biol.— 1982.— **27**, N 9.— P. 777—785.

Cruce M. Cresterea si structura undi populatii de Zacerta taurica Pall // Studii serc. biol. Ser. zoul.— 1971.— **23**, N 5.— S. 123—131.

Michael E. Growth rates in Anolis carolinensis // Copeia.— 1972.— **3**.— P. 575—579.

Owen M. Cell population kinetics of an osteogenictissue. // J. Cell Biol.— 1963.— **19**, N 1.— P. 19—32.

Prichard J. A cytological and histochemical studi of bone and cartilage formation in the rat // J. Anat.— 1952.— **86**.— P. 220—237.

Ruibal R., Philibosian R., Janet L. Adkins. Reproductive cycle and growth in the lizard Anolis acutus // Copeia.— 1972.— **3**.— P. 509—519.

Young H. Regional differences in cell generation time in growing rat tibae // Expl. Cell Res.— 1962.— N 3.— P. 262—267.

Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена
АН УССР

Получено 25.09.84

УДК 597.5:591.471.3

А. А. Вронский, Л. А. Николайчук

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОРФОЛОГИЯ МЕЖМЫШЕЧНЫХ КОСТЕЙ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РЫБ

Обзор литературных данных. Под межмышечными костями подразумевают костные структуры, расположенные на трансверсальных септах, разделяющих латеральную мускулатуру на сегменты, и в плоскости горизонтальной септы. Первые обычно именуют верхними и нижними, а последние — средними (Емельянов, 1928, 1935). Межмышечные кости, расположенные на трансверсальных септах эпаксиальной части мускулатуры, именуют также epineurale. Соответственно, кости, расположенные гипаксиально, называют epipleurale, а средние — epicentrale (Bütschli, 1910).